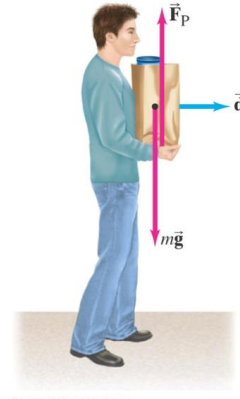


## Bölüm:7

## İŞ VE KİNETİK ENERJİ



1



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc.

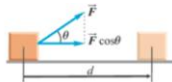
2

## Sabit Bir Kuvvetin Yaptığı İş

Bir  $F$  kuvvetinin  $d$  kadar yerdeğiştirme sırasında cisim üzerinde yaptığı iş

$$W = Fd \cos \theta$$

- Birimi: newton  $\times$  metre = Joule (J)
- Kuvvet var ama cisim yerdeğiştirmiyorsa ( $d = 0$ ), yapılan iş sıfırdır.
- Kuvvet yerdeğiştirmeye dik ise ( $\cos 90^\circ = 0$ ), yaptığı iş sıfırdır.
- Kuvvet gidilen yönle geniş açı yapıyorsa, yani kuvvetin izdüşümü ters yönde ise, yapılan iş negatif olur.
- İşin Skaler Çarpım olarak ifadesi:  $W = Fd \cos \theta = \vec{F} \cdot \vec{d}$  ★



**Not -1 :** İş için yazılan bağıntı,  $F$  kuvvetinin sabit olduğu durum içindir.

**Not -2 :** Cismin noktasal olduğunu kabul ettik.

**Not -3 :**  $0 < \phi < 90^\circ \Rightarrow W > 0$  ;  $90^\circ < \phi < 180^\circ \rightarrow W < 0$

**NET İŞ :** Cisme birden fazla kuvvet etkiliyorsa (örneğin  $F_A, F_B$  ve  $F_C$ ), net iş ( $W_{net}$ )'in hesaplanması:

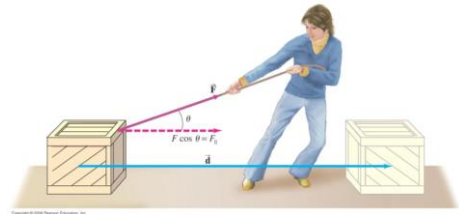
**Yol -1 :** Herbir kuvvetin yaptığı işler ( $W_A, W_B$  ve  $W_C$ ) ayrı ayrı hesaplanır ve sonra da toplanır ( $W_{net} = W_A + W_B + W_C$ ).

**Yol -2 :** Cisim üzerine etki eden net kuvvet ( $F_{net} = F_A + F_B + F_C$ ) bulunur ve sonra da net kuvvetin yaptığı iş hesaplanır ( $W_{net} = \vec{F}_{net} \cdot \vec{d}$ ).

Cisme enerji aktarılmışsa  $W$  pozitifdir ( $W > 0$ ) ve  $F$  kuvveti cisim üzerinde pozitif iş yapmıştır denir.

Aksine, cisimden dışarıya enerji alınmışsa  $W$  negatiftir ( $W < 0$ ) ve  $F$  kuvveti cisim üzerinde negatif iş yapmıştır denir.

5



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc.

6

**Örnek :**  $xy$ -düzlemindeki bir cisim  $F = 5,0\hat{i} + 2,0\hat{j}$  (N)

kuvvetinin etkisiyle  $\vec{d} = 2,0\hat{i} + 3,0\hat{j}$  (m) ile verilen bir yer-değiştirme yapıyor.

a-) Kuvvetin yaptığı işi

b-) Kuvvetle yer-değiştirme vektörü arasındaki açıyı bulunuz.

$$a-) W = \vec{F} \cdot \vec{d} = (5,0) \cdot (2,0) + (2,0) \cdot (3,0) = 16 \text{ J}$$

$$b-) \vec{F} \cdot \vec{d} = Fd \cos \theta = \sqrt{29} \cdot \sqrt{13} \cdot \cos \theta$$

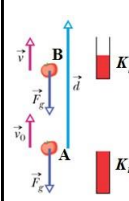
$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{16}{\sqrt{377}}\right) = 35^\circ$$

8

### Yerçekimi Kuvvetinin Yaptığı İş:

Kütlesi  $m$  olan bir cisim  $A$  noktasından  $v_0$  ilk hızıyla yukarı doğru fırlatılsın.

Cisim yükseldikçe, yer-çekimi kuvveti ( $F_g = mg$ ) tarafından yavaşlatılır ve  $B$  noktasında daha düşük bir  $v$  hızına sahip olur.



Cisim  $A$  noktasından  $B$  noktasına giderken, yer-çekimi kuvvetinin yaptığı iş:

$$W_g (A \rightarrow B) = F_g \cdot d = mgd \cos 180^\circ = -mgd$$

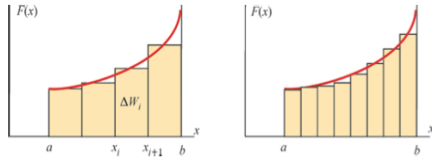
Cisim  $B$  noktasından  $A$  noktasına dönerken, yer-çekimi kuvveti tarafından yapılan iş:

$$W_g (B \rightarrow A) = F_g \cdot d = mgd \cos 0^\circ = +mgd$$

9

### Değişken Bir Kuvvetin Yaptığı İş

$x$ -ekseni boyunca  $a$  dan  $b$  ye giden bir cisme, yol boyunca değişen bir  $F(x)$  kuvveti etkiyor olsun.



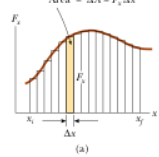
$[a, b]$  yolu,  $N$  sayıda küçük  $\Delta x$  aralıklarına bölünür.

Bu aralıkların birinde yapılan küçük iş (şekildeki dikdörtgenin alanı):

$$\Delta W_i \approx F(x_i) \Delta x \quad (i = 1, 2, 3, \dots, N)$$

Toplam iş, bu küçük  $\Delta W$  lerin toplamı olur:

$$W \approx \sum_{i=1}^N \Delta W_i \approx \sum_{i=1}^N F(x_i) \Delta x$$

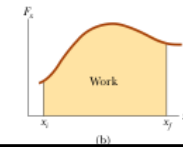


$\Delta x \rightarrow 0$  limitine gidildiğinde, bu toplam  $F(x)$  fonksiyonunun  $[a, b]$  aralığındaki **belirli integrali** olur:



$$W = \int_a^b F(x) dx$$

(Değişken kuvvetin yaptığı iş)



12

### Kısa Integral Bilgisi:

$$\text{Belirsiz integral: } \Phi(x) = \int F(x) dx \quad \text{veya} \quad \frac{d\Phi}{dx} = F(x)$$

| Bazı fonksiyonların belirsiz integralleri ( $c$ bir sabit). |                           |                   |                   |
|---|---------------------------|-------------------|-------------------|
| fonksiyon ( $F$ )   | $\Phi(x)$                 | fonksiyon ( $F$ ) | $\Phi(x)$         |
| 1   | $x + c$                   | $\cos x$          | $\sin x + c$      |
| $x$   | $\frac{1}{2}x^2 + c$      | $\sin x$          | $-\cos x + c$     |
| $x^2$   | $\frac{1}{3}x^3 + c$      | $e^x$             | $e^x + c$         |
| $\sqrt{x} = x^{1/2}$  | $\frac{2}{3}x^{3/2} + c$  | $\frac{1}{x}$     | $\ln x + c$       |
| $x^n$   | $\frac{x^{n+1}}{n+1} + c$ | $\ln x$           | $x \ln x - x + c$ |

Belirli integral hesabı:

$$\int_a^b F(x) dx = \Phi(x) \Big|_{x=a}^{x=b} = \Phi(b) - \Phi(a)$$

**Örnek :**  $F = (4x\hat{i} + 3y\hat{j})$  N' luk kuvvetin etkisindeki bir cisim orijinden başlayarak  $x = 5$  m noktasına hareket etmektedir. Kuvvetin yaptığı işi bulunuz.

$$W = \int_{r_i}^{r_f} \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_{r_i}^{r_f} (4x\hat{i} + 3y\hat{j}) \cdot (dx\hat{i} + dy\hat{j})$$

$$W = \int_{r_i}^{r_f} (4x\hat{i} + 3y\hat{j}) \cdot (dx\hat{i} + dy\hat{j})$$

$$W = \int_{r_i}^{r_f} (4xdx + 3ydy) = \int_0^5 4xdx + \int_0^0 3ydy$$

$$W = 4 \left( \frac{x^2}{2} \right) \Big|_0^5 = 50 \text{ J}$$

(7-15)

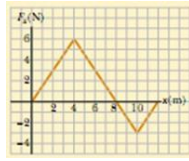
**Örnek :** Bir cisim üzerine etkiyen kuvvetin cismin konumuna bağlılığı şekildeki gibidir.

a-)  $x = 0 - 8$  m,

b-)  $x = 8 - 12$  m

c-)  $x = 0 - 12$  m

aralıklarında bu kuvvetin yaptığı işi bulunuz.



$$a-) W_{0-8} = \int_{x_i}^{x_f} F(x) dx = \int_0^8 F(x) dx = \frac{8 \cdot 6}{2} = 24 \text{ J} \quad \leftarrow x = 0 - 8 \text{ m aralığındaki üçgenin alanı}$$

$$b-) W_{8-12} = \int_{x_i}^{x_f} F(x) dx = \int_8^{12} F(x) dx = \frac{4(-2)}{2} = -6 \text{ J} \quad \leftarrow x = 8 - 12 \text{ m aralığındaki üçgenin alanı}$$

$$c-) W = W_{0-8} + W_{8-12} = 24 - 6 = 18 \text{ J}$$

(5-15)

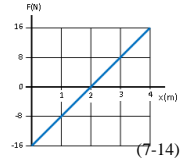
**Örnek :** Bir cisme etkiyen kuvvet,  $x$  metre cinsinden olmak üzere,  $F = (8x - 16)$  N ifadesine göre değişmektedir.

a-)  $x = 0 - 3$  m aralığında kuvvetin yaptığı işi bulunuz.

b-) Kuvvet-konum grafiğini çiziniz ve  $x = 0 - 3$  m aralığında kuvvetin yaptığı işi grafikten bulunuz.

$$a-) W = \int_{x_i}^{x_f} F(x) dx = \int_0^3 (8x - 16) dx = \left( 8 \frac{x^2}{2} - 16x \right)_0^3 = -12 \text{ J}$$

$$b-) W = W_{0-2} + W_{2-3} = \frac{2(-16)}{2} + \frac{1 \cdot 8}{2} = -12 \text{ J}$$

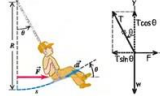


(7-14)

**Örnek :** Salıncağa binmiş  $W (=mg)$  ağırlığındaki bir çocuğu,

ipler düşeyle  $\theta_0$  açısı yapana kadar (burada çocuk durumdur) yatay bir  $F$  kuvvetiyle ittiğinizi düşünün.

Bunun için uygulamanız gereken kuvveti, sıfırdan başlayarak çocuk dengeye gelene kadar belirli bir maksimum değere kadar artırmanız gerekir. Uyguladığınız  $F$  kuvvetinin yaptığı işi bulunuz.



$$\begin{aligned} \text{Denge durumunda: } \sum F_x &= F - T \sin \theta = 0 & F &= T \sin \theta \\ \sum F_y &= T \cos \theta - mg = 0 & T &= mg / \cos \theta \\ & & W &= mg \end{aligned}$$

$$F = mg \tan \theta \rightarrow W = \int F \cdot d\vec{l} = \int_0^{\theta_0} F(R\theta) \cos \theta = mgR \int_0^{\theta_0} \sin \theta d\theta$$

$$W = -mgR \cos \theta \Big|_0^{\theta_0} = mgR(1 - \cos \theta_0)$$

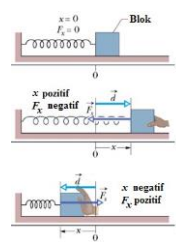
17

**Yay Kuvveti :**

Denge durumundaki bir yaya (uzamamış veya sıkışmamış yay) bir blok bağlı bulunsun.

Yayı  $d$  kadar gerecek şekilde bloğu sağa doğru bir miktar çekelim. Yay elimize ters doğrultuda bir direnç kuvveti ( $F$ ) uygular.

Yayı  $d$  kadar sıkıştırarak şekilde bloğu sola doğru itersek, yay elimize yine ters doğrultuda bir direnç kuvveti ( $F$ ) uygular.



Her iki durumda da, yay tarafından elimize uygulanan  $F$  kuvveti yay doğal uzunluğuna getirecek yönde etki. Büyüklüğü ise, uzama veya sıkışma miktarı ( $x$ ) ile orantılıdır.

Eşitlik olarak  $F = -kx$  bağıntısı ile verilir. Bu eşitlik "Hooke yasası" ,  $k$  ise "yay sabiti" olarak bilinir.

18

### Bir Yayın Yaptığı İş

Normal uzunluğu  $L_0$  olan bir yayı  $L$  boyuna kadar uzatalım (veya, sıkıştıralım).



Normal boy

Yay daima bir  $F$  kuvvetiyle karşı koyar.

Yayın uzama miktarı:  $x = L - L_0$   
(Uzama için  $x > 0$ , sıkışma için  $x < 0$ .)

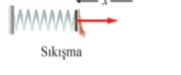


Uzama

**Hooke yasası:** Bir yayda oluşan kuvvet, uzamaya orantılı ve karşı koyacak yönde oluşur.

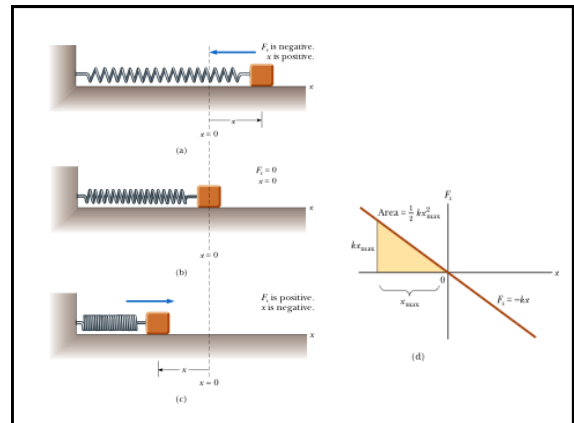
$$F = -kx$$

(Eksi işareti kuvvetin uzamaya ters yönde olduğunu belirtir.)



Sıkışma

$k$  : Yay sabiti



**Yay Kuvveti Tarafından Yapılan İş :**

Yay sabiti  $k$  olan bir yayın boyunu, kuvvet uygulayarak  $x_i$ ' den  $x_f$  'ye getirmiş olalım. Yayın elimize uyguladığı kuvvetin yaptığı işi ( $W_{\text{yay}}$ ) hesaplamak isteyelim.

Yayın kütesiz olduğunu ve Hooke yasasına uyduğunu varsayalım.

Değişken kuvvetin yaptığı iş bağıntısından,

$$W_{\text{yay}} = \int_{x_i}^{x_f} F(x)dx = \int_{x_i}^{x_f} -kxdx = -k \int_{x_i}^{x_f} xdx = -k \left[ \frac{x^2}{2} \right]_{x_i}^{x_f} = \frac{1}{2} kx_i^2 - \frac{1}{2} kx_f^2$$

bulunur.

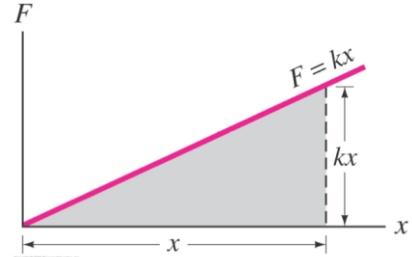
Yay başlangıçta uzamasız durumda ise ( $x_i = 0$ ) ve yayı  $x$  kadar germiş veya sıkıştırmış isek ( $x_f = \pm x$ ), yay kuvvetinin yaptığı iş

$$W_{\text{yay}} = -\frac{1}{2} kx^2 \quad \text{olarak bulunur.}$$

21

▪ Kütle  $x=x_i$  den  $x=x_f$  ye keyfi bir yerdeğiştirme yaparsa, yay kuvvetinin yaptığı iş;

$$W_s = \int_{x_i}^{x_f} (-kx)dx = \frac{1}{2} kx_i^2 - \frac{1}{2} kx_f^2$$



22

### Üç- Boyutlu Uzayda Kuvvetin Yaptığı İş :

Üç-boyutlu uzayda tanımlı bir  $\vec{F}$  kuvveti genel olarak

$$\vec{F} = F_x(x, y, z)\hat{i} + F_y(x, y, z)\hat{j} + F_z(x, y, z)\hat{k}$$

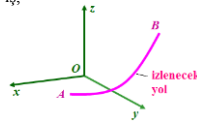
biçiminde tanımlanabilir.

Böylesi bir kuvvetin etkisinde, bir cismin koordinatı  $(x_i, y_i, z_i)$  olan A noktasından koordinatı  $(x_f, y_f, z_f)$  olan B noktasına, belirli bir yol boyunca, hareket ettirmek için yapılacak iş,

$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{r} = F_x dx + F_y dy + F_z dz$$

$$W = \int_A^B dW = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx + \int_{y_i}^{y_f} F_y dy + \int_{z_i}^{z_f} F_z dz$$

ile verilir.



23

### Yay sabitinin ölçülmesi

Düşey olarak asılmış yayın ucuna  $m$  kütleli bir cisim asıldığında yayda  $d$  kadar uzama yaparsa Hooke yasasına göre;

$$|F_s| = kd = mg \Rightarrow k = \frac{mg}{d}$$

Örneğin, bir yay 0,55 kg'lık bir kütleyle 2 cm gerilirse, yayın kuvvet sabiti;

$$k = mg/d = (0,55 \text{ kg})(9,80 \text{ m/s}^2)/(2 \times 10^{-2} \text{ m}) = 2,7 \times 10^2 \text{ N/m olur}$$

24

### Kinetik Enerji İş-Kinetik Enerji Teoremi

- Basit bir şekilde enerji iş yapabilme yetisi olarak tanımlanabilir
- Hareketli cisimlerin sahip olduğu enerji *kinetik enerji* olarak adlandırılır

$$W_{\text{net}} = F_{\text{net}} d = (ma)d$$

$$d = \frac{1}{2} (v_1 + v_2)t \quad a = \frac{v_2 - v_1}{t}$$

$$\Rightarrow W_{\text{net}} = m \left( \frac{v_2^2 - v_1^2}{2d} \right) d$$

$$W_{\text{net}} = \frac{1}{2} mv_2^2 - \frac{1}{2} mv_1^2$$



25

$$K = \frac{1}{2} mv^2$$

SI sistemindeki birimi  
kg.m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> = joule  
ve sembolik olarak **J** ile gösterilir.

▪ Buradaki  $\frac{1}{2} mv^2$  terimi kinetik enerji olarak adlandırılır.

$$W_{\text{net}} = K_2 - K_1 = \Delta K$$

▪ Bir cisim üzerinde yapılan net iş kinetik enerjideki değişime eşittir



**İş-Kinetik enerji teoremi**

26

•Cisim üzerine etki eden kuvvet sabit değilse;

$$W_{net} = \int_{x_1}^{x_2} (\Sigma F_x) dx = \int_{x_1}^{x_2} m a_x dx$$

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \frac{dx}{dt} = \frac{dv}{dx} v$$

$$W_{net} = \int_{x_1}^{x_2} m v \frac{dv}{dx} dx = \int_{v_1}^{v_2} m v dv = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$$

**Net kuvvet sabit olsa da olmasa da yapılan iş kinetik enerjideki değişime eşittir!!!**

27

## Kinetik Sürtünmeyi İçeren Durumlar

•Yatay bir yüzeyde kayan bir cismin hareketine ters yönde etki eden sürtünme kuvvetinden dolayı kinetik enerjide azalma olur.

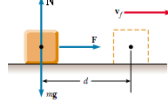
$$\Delta K_{sürtünme} = -f_k d$$

•Bir cisim üzerine diğer kuvvetler ile birlikte sürtünme kuvveti de etki ettiği zaman, iş-kinetik enerji teoremi;

$$K_f + \Sigma W_{diğer} - f_k d = K_s$$

28

**Örnek :** Kütlesi 6 kg olan bir blok sürtünmesiz bir düzlemde duruyorken, 12 N' luk sabit bir yatay kuvvetin etkisiyle harekete başlıyor. Blok yatayda 3 m yol adıktan sonra hızı ne olur?



$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = 12 \cdot 3 \cdot \cos(0) = 36 \text{ J} \rightarrow K_s - K_i = \frac{1}{2} m v_s^2 - 0 = 36 \text{ J}$$

$$v_s = \sqrt{\frac{72}{6}} = \sqrt{12} = 3,5 \text{ m/s}$$

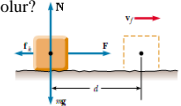
Aynı problemi kinematikten yola çıkarak tekrar çözelim:

$$\Sigma F_x = 12 = m a_x \rightarrow a_x = \frac{12}{6} = 2 \text{ m/s}^2$$

$$v_s^2 = v_i^2 + 2 a_x \Delta x = 0 + 2 \cdot 2 \cdot 3 = 12 \rightarrow v_s = \sqrt{12} = 3,5 \text{ m/s}$$

29

**Örnek :** Kütlesi 6 kg olan bir blok kinetik sürtünme katsayısı  $\mu_k = 0,15$  olan bir düzlemde duruyorken, 12 N' luk sabit bir yatay kuvvetin etkisiyle harekete başlıyor. Blok yatayda 3 m yol adıktan sonra hızı ne olur?



$$W = F \cdot d = 12 \cdot 3 \cdot \cos(0) = 36 \text{ J} \quad (F' \text{ nin yaptığı iş})$$

$$f_k = \mu_k m g = 0,15 \cdot 6 \cdot 9,8 = 8,82 \text{ N}$$

$$W_f = \vec{f}_k \cdot \vec{d} = \mu_k m g \cos(\pi) = -8,82 \cdot 3 = -26,5 \text{ J} \quad (f_k' \text{ nin yaptığı iş})$$

$$W + W_f = 36 - 26,5 = 9,5$$

$$W + W_f = \frac{1}{2} m v_s^2 - \frac{1}{2} m v_i^2 = \frac{1}{2} m v_s^2 = 9,5 \rightarrow v_s = \sqrt{\frac{19}{6}} = 1,8 \text{ m/s}$$

Aynı problemi kinematikten yola çıkarak tekrar çözelim.

$$\Sigma F_x = 12 - f_k = 12 - 8,82 = 3,18 = m a_x \rightarrow a_x = \frac{3,18}{6} = 0,53 \text{ m/s}^2$$

$$v_s^2 = v_i^2 + 2 a_x \Delta x = 0 + 2 \cdot 0,53 \cdot 3 = 3,18 \rightarrow v_s = \sqrt{3,18} = 1,8 \text{ m/s}$$

30

**Örnek :** Kütlesi 1.6 kg olan bir blok, yay sabiti  $k = 1 \times 10^3 \text{ N/m}$  olan yatay bir yaya bağlıdır. Yay 2 cm sıkıştırılıp durgun halden serbest bırakılıyor. (Yüzey sürtünmesizdir).

a-) Blok denge noktasından ( $x = 0$ ) geçerken hızı ne olur?

b-) Aynı soruyu, sabit ve 4 N büyüklüğünde bir sürtünme kuvveti olması durumunda tekrar cevaplayınız.

$$a-) W_{yay} = \frac{1}{2} k x_m^2 = \frac{1}{2} (1 \times 10^3) (-2 \times 10^{-2})^2 = 0,2 \text{ J}$$

$$W_{yay} = \frac{1}{2} m v_s^2 - \frac{1}{2} m v_i^2 \rightarrow v_s = \sqrt{\frac{2 W_{yay}}{m}} = \sqrt{\frac{2(0,2)}{1,6}} = 0,5 \text{ m/s}$$

$$b-) W_f = -f_k x_m = -4 (2 \times 10^{-2}) = -0,08 \text{ J} \text{ sürtünme kuvvetinin yaptığı iş.}$$

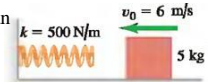
$$\Delta K = W_{yay} + W_f \rightarrow \frac{1}{2} m v_s^2 = 0,2 - 0,08 \rightarrow v_s = \sqrt{\frac{2 \cdot (0,12)}{1,6}} = 0,39 \text{ m/s}$$

31

**Örnek :** Kütlesi 5 kg olan bir blok sürtünmesiz

bir yüzeyde, yay sabiti  $k = 500 \text{ N/m}$  olan

yatay bir yaya  $v_0 = 6 \text{ m/s}$  hızla çarpıyor ve yayı sıkıştırıyor.



a-) Yaydaki sıkışma ne kadardır?

b-) Yay en fazla 15 cm sıkışabiliyorsa,  $v_0$  hızı en fazla ne olur?

$$a-) W_{yay} = \frac{1}{2} k x_i^2 - \frac{1}{2} k x_m^2 = \frac{1}{2} m v_s^2 - \frac{1}{2} m v_i^2$$

$$\frac{1}{2} k x_m^2 = \frac{1}{2} m v_i^2 \rightarrow x_m = \sqrt{\frac{m}{k}} v_i = \sqrt{\frac{5}{500}} \cdot (6) = 0,6 \text{ m}$$

$$b-) x_m = \sqrt{\frac{m}{k}} v_i \rightarrow v_i = \sqrt{\frac{k}{m}} x_m = \sqrt{\frac{500}{5}} \cdot (0,15) = 1,5 \text{ m/s}$$

32

**Örnek :** Kütlesi 0.1 kg olan bir blok hava-rayı üzerinde yay sabiti  $k = 20 \text{ N/m}$  olan yatay bir yaya bağlıdır. Blok denge noktasından sağa doğru  $1.5 \text{ m/s}$  hızla geçiyor.  
a-) Hava-rayı sürtünmesiz ise, blok ne kadar sağa gidebilir?  
b-) Hava-rayı sürtünmeli ise ( $\mu_k = 0.47$ ), blok ne kadar sağa gidebilir?

a-)  $W_{\text{yay}} = \frac{1}{2}kx_i^2 - \frac{1}{2}kx_m^2 = \frac{1}{2}mv_i^2 - \frac{1}{2}mv_m^2$

$\frac{1}{2}kx_m^2 = \frac{1}{2}mv_i^2 \rightarrow x_m = \sqrt{\frac{m}{k}}v_i = \sqrt{\frac{0.1}{20}}(1.5) = 0.106 \text{ m}$

b-)  $W_f = -f_k x_m = -(\mu_k mg)x_m$  sürtünme kuvvetinin yaptığı iş.

$\Delta K = W_{\text{yay}} + W_f \rightarrow -\frac{1}{2}mv_i^2 = -\frac{1}{2}kx_m^2 - \mu_k mg x_m \rightarrow$  İş-kinetik enerji teorimi

$-\frac{1}{2}0.1 \cdot (1.5)^2 = -\frac{1}{2}20 \cdot x_m^2 - 0.47 \cdot 0.1 \cdot 9.8 x_m$

$10x_m^2 + 0.461x_m - 0.113 = 0 \rightarrow x_m = 0.086 \text{ m} = 8.6 \text{ cm}$

33

## Güç

Güç,  $F$  kuvveti tarafından **birim zamanda yapılan iş** veya  $F$  kuvvetinin **iş yapma hızı** olarak tarif edilir.

$F$  kuvveti  $\Delta t$  zaman aralığında  $W$  kadar iş yapmışsa, **ortalama güç**

$$P_{\text{ort}} = \frac{W}{\Delta t}$$

**Ani güç** ise

$$P = \frac{dW}{dt}$$

ile tanımlanır.

SI sistemindeki birimi " $\text{J/s} = \text{watt}$ " tır.

"kilowatt-saat" (kW-sa) iş birimidir.

Örneğin, 1000 W gücündeki bir motor 1 saat süreyle çalışıyorsa yaptığı iş  $W = Pt = 1000 \cdot 3600 = 3600 \text{ kJ}$  bulunur.

34

$$P = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{W}{\Delta t} = \frac{dW}{dt} \equiv \text{ani güç}$$

$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

$$\Rightarrow P = \frac{dW}{dt} = \vec{F} \cdot \frac{d\vec{s}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

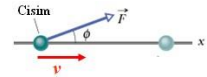
▪SI birim sistemine göre güç birimi J/s yani watt'tır

▪Kilowatt saat bir enerji birimidir;

$$1 \text{ kWh} = (10^3 \text{ W})(3600 \text{ s}) = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

35

Hıza Bağlı Güç İfadesi:



Hareket eden bir cisme, hareket doğrultusu ile  $\phi$  açısı yapacak şekilde bir  $F$  kuvveti uygulayalım.

Uygulanan  $F$  kuvvetinin iş yapma hızı

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{F \cos \phi dx}{dt} = F \cos \phi \frac{dx}{dt} = Fv \cos \phi$$

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

36

**Örnek :** Bir asansörün kütlesi  $1000 \text{ kg}$ 'dır ve toplam  $800 \text{ kg}$  taşıyabilmektedir. Asansör yukarı çıkarken  $4000 \text{ N}$ 'luk sabit bir sürtünme kuvveti etkimektedir.  
a-) Asansör  $3 \text{ m/s}$ 'lik sabit hızla yukarı çıkıyorsa,  
b-) Asansör  $1 \text{ m/s}^2$  lik ivme ile yukarı çıkıyorsa,  
Asansör motorunun sağladığı güç ne olur?



a-)  $v = \text{sabit} \rightarrow a = 0: \quad \sum F_y = T - f - Mg = 0$

$T = f + Mg = (1000 + 800) \cdot 9.8 + 4000 = 2.16 \times 10^4 \text{ N}$

$P = \vec{T} \cdot \vec{v} = T v \cos 0 = 2.16 \times 10^4 \cdot 3 = 6.48 \times 10^4 \text{ W}$

b-)  $a \neq 0: \quad \sum F_y = T - f - Mg = Ma$

$T = f + M(g + a) = 4000 + 1800 \cdot 10.8 = 2.34 \times 10^4 \text{ N}$

$P = \vec{T} \cdot \vec{v} = T v \cos 0 = (2.34 \times 10^4 v) \text{ W}$  (burada  $v$  anlık hızdır)

37



38